

# **Sicherheits-Absperreinrichtungen für Industrieanlagen**

Von Uwe Krabbe

# Sicherheits-Absperreinrichtungen für Industrieanlagen

## Einleitung

Der folgende Bericht beschreibt Sicherheits-Absperreinrichtungen, die in den Industriezweigen Energieerzeugung, Chemie, Petrochemie, Hüttenwerke, Wasserwirtschaft, Tankanlagen und anderen Industrien aufgrund der hohen Sicherheitsanforderungen an diese Anlagen eingesetzt werden müssen. Dabei ist es natürlich wichtig, die "richtige" für den Anwendungsfall geeignete Armatur einzusetzen. Grundlage für die Auswahl, Konstruktion, Herstellung und Einsatz sind gesetzliche Vorschriften bzw. Regeln der Technik:

- Technische Regeln für Dampfkessel (TRD)
- Druckbehälterverordnung (DruckbehV)
- AD - Merkblätter
- DIN und EN - Normen
- VDE - Bestimmungen
- TA Luft

Die Anforderungen an Sicherheits-Absperreinrichtungen haben in den letzten Jahren in bezug auf Funktionssicherheit, Standzeit, Wartung und nicht zu vergessen Umweltschutz in einem hohen Maße zugenommen.

Dieser Bericht soll einen Überblick über die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten von Sicherheits-Absperr-einrichtungen geben.

## Standard-Armaturen

Sicherheits-Absperreinrichtungen in Feuerungen an Dampfkesseln nach TRD 411 (Ölfeuerungen) und TRD 412 (Gasfeuerungen)

Öl- und Gasfeuerungen sind aus sicherheitstechnischen Gründen unmittelbar vor jedem Brenner oder jeder Brennergruppe mit zwei hintereinander angeordneten Sicherheitsabsperreinrichtungen ausgerüstet. Zusätzlich besteht die Möglichkeit bei Gasfeuerungen die Doppelabsperung mit einer Zwischenentlüftung und/oder einer Dichtheitskontrolleinrichtung auszurüsten (Bild 1).

## Uwe Krabbe

\* 20. November 1961 in Bochum

Mitarbeiter der Kühme Armaturen GmbH, Bochum;  
Tel. 0234/29802-36. – Aufgabengebiet: Entwicklung, Projektierung, Vertrieb, Marketing



Die Zuverlässigkeit dieser Sicherheits-Absperreinrichtungen ist durch eine Bauteilprüfung, nach DIN 3394 Teil 1 Gruppe A / EN 161 für Gasarmaturen und nach DIN 32725 / EN 264 für Ölarmaturen, nachgewiesen. Bei diesen Bauteilprüfungen werden bis zu 500 000 Schaltspiele, je nach Nennweite, unter Betriebsbedingungen gefahren, um eine sichere Dauerfunktion zu gewährleisten. Des Weiteren wird während dieser Prüfung die "innere" und "äußere" Dichtheit, sowie die Schließzeit, die über den ganzen Prüfungszeitraum kleiner 1 Sekunde sein muß, geprüft. Die bestandene Prüfung wird bei Gasarmaturen durch die DIN - DVGW - Registrier - Nr. und bei Ölarmaturen durch die DGWK-Register-Nr. belegt.

Sicherheits-Absperreinrichtungen werden z.B. vom Unternehmen des Verfassers in den Nennweiten von DN

15 bis 300 geliefert und sind nach einem Baukastensystem für Stellteil, Spindelabdichtung und Stellantrieb aufgebaut.

Die Standardausführungen sind komplett mit 3/2-Wege-Magnetsteuerventil, Schnellentlüftungsventil, Endlagenschalter für auf/zu und Schutzhaube mit Stellungsanzeige erhältlich.

Standard-Werkstoffe sind:

- Gehäuse aus Schmiedestahl C 22.8 oder Stahlguß GS-C 25
- Ventilkegel und Innenteile aus Edelstahl bzw. Stahl chromatiert
- Ventilkegeldichtung aus NBR, FKM oder PTFE-Glas
- Sonderwerkstoffe auf Anfrage
- Ventilspindelabdichtung: Edelstahl-faltenbalg oder Automatik-Dichtsatz aus PTFE-Grafit, jeweils mit nachgeschaltetem Nutring, sowie mit Prüfanschluß. Diese Ausführung entspricht den Forderungen der TA Luft Abschnitt 3.1.8.4.

Die Auslegung erfolgt nach Betriebsdaten und Kundenvorschriften.

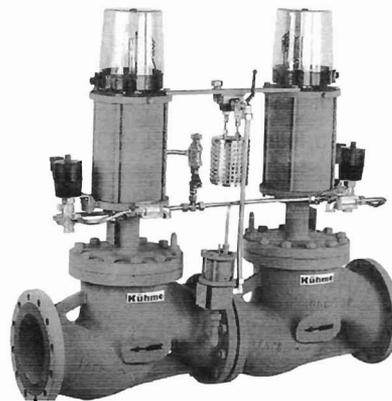


Bild 1: Sicherheits-Absperreinrichtung für Gasfeuerungen

## Gasturbinen-Schnell-schlußventile

Der Einsatz von Gasturbinen hat in den letzten Jahren im großen Maße zugenommen. Das Verbrennungssystem der Gasturbinen unterliegt ebenfalls den technischen Regeln für Dampfkesselanlagen nach TRD 411 bzw. 412, somit sind die Brennstoff-führenden Leitungen mit Sicherheits-Absperreinrichtungen auszurüsten. Das Unternehmen des Verfassers hat in Zusammenarbeit mit führenden Turbinenherstellern diese Sicherheits-



Bild 2: Gasturbinen-Schnellschlußventil

Absperrrichtungen auf Grundlage der Standardbaureihe entsprechend den höheren Anforderungen modifiziert (Bild 2). Analog zu den Standardbaureihen wurden auch hier Bauteilprüfungen durchgeführt. Damit stehen auch für diesen Anwendungsfall DIN/DVGW und DGWK-zertifizierte Armaturen zur Verfügung.

### Armaturen-Stationen für Gas- und Ölfeuerungen

Anschlußfertige Armaturenstationen, projektiert und ausgeführt nach technischen Vorschriften, Betreiberrichtlinien und Einbaukriterien sind beispielsweise sind ein weiterer Schwerpunkt des Kühme-Lieferprogrammes. Diese Armaturenstationen sind eine montagefreundliche Möglichkeit, die erforderliche Ausrüstung in die Brennstoffleitung einzubinden. Dazu werden z.B. die Handabsperarmaturen, Schmutzfänger und Sicherheits-Absperrrichtungen sowie die Anbau- und Zubehörteile auf einem Profilstahlrahmen montiert, verrohrt und gegebenenfalls elektrisch verdrahtet. Damit ist die Station für den Einbau in die Leitung, Verbindung zur Hilfsenergie Druckluft und zur elektrischen Verdrahtung anschlussfertig vorbereitet und auf Funktion und Dichtheit geprüft (Bild 3).

Auf Wunsch werden weitere Armaturen zur Regelung, Messung und Überwachung in die Station mit eingebunden.

### Sonderarmaturen

Dieser Abschnitt beschreibt Sicherheits-Absperrrichtungen, die für spezielle Anforderungen wie Stellfunktion, Schließzeit, Ansteuerung, chemische Beständigkeit, Druck etc. hergestellt werden.

### Rohrbruchsicherheitsventil

Im Rahmen der fortschreitenden Umweltschutzbedingungen wird in Kraftwerken zur Minderung der Stickoxidemissionen Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) eingesetzt. Ammoniak wird in das Rauchgas eingedüst und wirkt als Reduktionsmittel, wobei das im Rauchgas enthaltene  $\text{NO}_x$  in Stickstoff ( $\text{N}_2$ ) und Wasserdampf ( $\text{H}_2\text{O}$ ) umgesetzt wird.

Für den Kraftwerksbetreiber bedeutet dies, ausreichende Mengen von Ammoniak für den Betrieb von  $\text{DeNO}_x$ -Anlagen zu lagern. Derartige Anlagen - im Bedarfsfall bestehend aus Entlastestation, Lagerbehälter und Verdampferstation - unterliegen strengen

sicherheitstechnischen Vorschriften. Der Einsatz von Sicherheits-Absperrrichtungen, die im Gefahrenfall den Betrieb der Anlage unterbrechen, ist auch hier eine zwingende Maßnahme.

Eine dieser Sicherheits-Absperrrichtungen und zwar die Rohrbruchsicherung soll im folgenden beschrieben werden.

Ihre Aufgabe besteht darin, besonders kurze Schließzeiten zu erreichen, um im Falle eines Rohrbruchs den Ausfluß von Ammoniak zu verhindern bzw. zu begrenzen.

Behördliche Vorschriften fordern eine Gesamt-Störfallzeit vom Eintritt des Rohrbruchs bis zur Schließstellung der Sicherheitseinrichtung von 200 ms.

Für die Sicherheitseinrichtung selbst bedeutet dies eine Schließzeit, die weit unter der Gesamtstörfallzeit liegt. Derartig kurze Stellzeiten sind nur mit Hubventilen zu erreichen, die ihre volle Durchflußkapazität bei einem Öffnungshub von  $0,25 \times \text{DN}$  erreichen.

Gezielte konstruktive Maßnahmen sind ein weiterer wesentlicher Gesichtspunkt, um diesen Anforderungen gerecht zu werden.

Bei der Auslegung einer solchen Sicherheitseinrichtung müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Art des Mediums (gasförmig oder flüssig)
- Höhe des Arbeitsdruckes
- Mediumtemperatur
- Auswahl und Resistenz der Dichtwerkstoffe
- Anzahl der Lastwechsel
- Bemessung der Stellkräfte
- Art der Steuerung (z.B. pneumatisch)
- Größe der Steuerquerschnitte
- Druck des Steuermediums

Ein ganz entscheidender Punkt - bei flüssigen Medien - ist die Berücksichtigung des Druckstoßes der Flüssigkeitssäule. Es können in Abhängigkeit der vorgeschalteten Rohrleitungslänge bei extrem kurzen Stellzeiten Druckspitzen auftreten, die um ein Mehrfaches über dem Betriebsdruck liegen und auf das Ventil und das Rohrleitungssystem einwirken. Dies ist bei der Wahl der Nenndruckstufe und Auslegung der Ventillinnenteile zu berücksichtigen.

Das Unternehmen des Verfassers konnte mit dem elektro-pneumatisch gesteuerten Rohrbruch-Sicherheitsventil vom Typ KV11/HF - RBS eine solche Armatur nicht nur anbieten, sondern auch unter Betriebsbedingungen testen und prüfen (Bild 4).

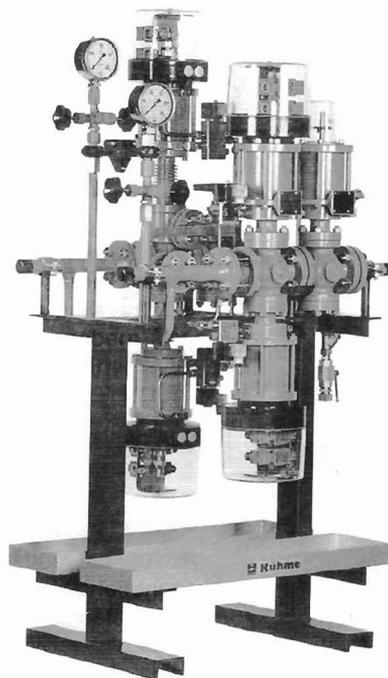


Bild 3: Armaturenstation in Kompaktbauweise für eine Feuerungsanlage

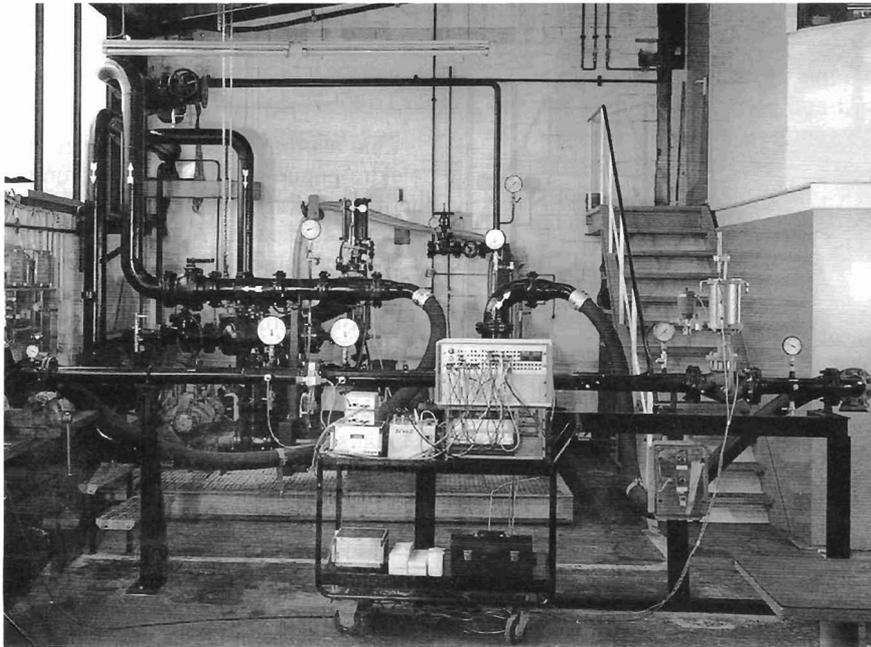


Bild 4: Test eines elektro-pneumatisch gesteuerten Rohrbruch-Sicherheitsventils

Dieses Sicherheitsventil ist mit einem besonderen Steuersystem ausgerüstet, das bei Rohrbruch über den Differenzdruck, der durch eine vor- oder nachgeschaltete Blende erzeugt wird, die Schließfunktion auslöst. Eine weitere Besonderheit dieses Sicherheitsventils ist die für ein pneumatisch betätigtes Ventil sehr kurze Schließzeit, die im Bereich von 20 bis 50 ms liegt.

#### Schnellschlußventile für Sauerstoff

Das in den vorgenannten Abschnitten beschriebene Schnellschlußventilprinzip eignet sich auch für den Einsatz in Sauerstoffanlagen die nach UVV 44.0 konzipiert sind. Die Betätigung erfolgt wie beschrieben elektro-pneumatisch, das heißt die Hilfsenergie Druckluft wird über ein 3/2-Wege-Magnetventil gesteuert. Der Schnellschluß erfolgt über eine Feder. Die Schließzeit beträgt weniger als eine Sekunde.

Die Bundesanstalt für Materialprüfung BAM in Berlin hat die Ausbrennsicherheit gegen Sauerstoff-Druckstöße bestätigt. Unter Ausbrennen ist ein Brand der Innenteile der Armaturen durch stark erhitzten Sauerstoff zu verstehen. Die häufigste Ursache für die Erhitzung des Sauerstoffs sind Druckstöße. Die positive Beurteilung wurde erreicht durch die Verwendung von hochlegierten Cr-Ni-Stählen.

Als Dichtungsmaterialien werden Werkstoffe verwendet, für die ein Eigenschaftsbefund der BAM vorliegt.

Weiterhin werden öl- und fettfreie Montage, Prüfung und Handling gewährleistet.

Diese Schnellschlußventile stehen komplett montiert, geprüft und dokumentiert als Einzelabspernung oder zur Doppelabspernung als Schnellschlußventil-Kombination mit Zwischenentlüftung zur Verfügung. Die Ventile werden in den Nennweiten DN 15 bis 150 und Nenndruckstufen PN 10 bis 40 angeboten (Bild 5).

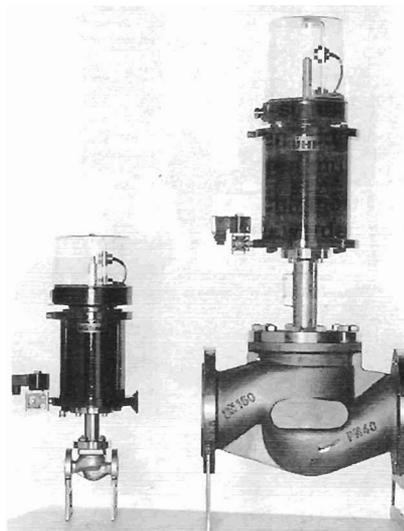


Bild 5: Schnellschlußventil für Sauerstoff

#### Sicherheits-Absperreinrichtungen in Axial-Ausführung für hohe Drücke

Diese Sicherheits - Absperreinrichtung wurde entwickelt, um Systeme mit höheren Drücken, z. B. Gas- oder Ölpipelines mit betriebssicheren Sicherheits-Absperreinrichtungen auszurüsten. Das Axialventil (Bild 6) zeichnet sich durch seine kompakte Bauform mit integriertem Steuerteil aus, das heißt der Steuerkolben mit Abdichtsystem befindet sich im Mediumfluß.

Die besondere Formgebung des Steuerkolbens reduziert, in Betriebsstellung, durch das nahezu laminare Strömungsprofil Druckverluste und Schallimmissionen auf ein Minimum. Zur Steuerung dieser Armatur wird die Eigenenergie des Betriebsmediums oder eine Hilfsenergie, z. B. Druckluft, genutzt. Bei der Eigenmedium-Steuerung muß berücksichtigt werden,



Bild 6: Sicherheits-Absperreinrichtung in Axialausführung für hohen Druck

daß beim Öffnen der Armatur das Medium aus dem Steuerkolben in ein druckloses System abgeführt werden muß. Bei Steuerung mit Hilfsenergie kann der Systemdruck zum Öffnen des Ventiles genutzt werden, ohne daß Betriebsmedium austritt, beim Schließvorgang wirkt das Hilfsmedium Druckluft über ein Steuerventil auf den Steuerkolben und das Ventil schließt gegen den Betriebsdruck.

Durch Modifizierung des Steuersystems können Mehrzweckfunktionen,

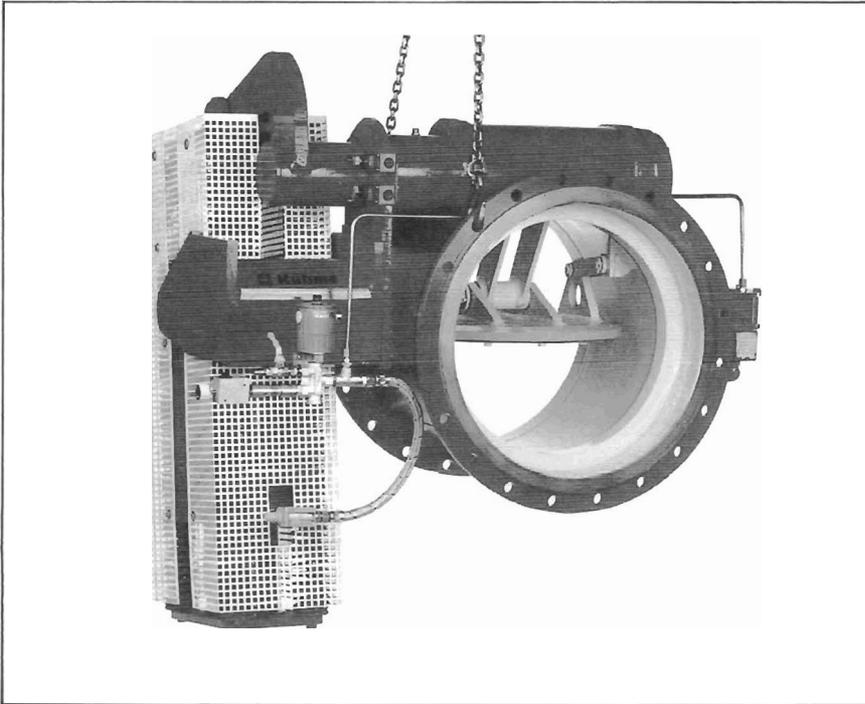


Bild 7: Schnellschlußklappe für gasförmige Brennstoffe

z. B. Druckreduzierung, Durchflußregelung, aber auch Einzelfunktionen wie der Schnellschluß realisiert werden. Die angebotenen Baugrößen sind die Nennweiten DN 100 bis 600 in den Nennrücken PN 10 bis 100.

#### Schnellschlußklappen als Sicherheits-Absperrereinrichtung für gasförmige Brennstoffe

Für heizwertarme Gase z. B. Hochofengas mit niedrigen Betriebsdrücken sind meist Absperrorgane mit großen Nennweiten erforderlich. Bewährt haben sich als Schnellschlußarmatur sogenannte Lenkhebelklappen in den Nennweiten DN 250 bis 3000 (Bild 7).

Die Lenkhebelklappe wird in Systemen mit hohen Dichtheitsanforderungen, wo Sicherheit und Zuverlässigkeit an erster Stelle stehen, eingesetzt. Dieses spezielle System einer Teller/Sitzabdichtung, das es in einfacher und doppelter Sitzabdichtung gibt, ermöglicht eine hohe Dichtigkeit und sehr kurze Stellzeiten. Die Betätigung erfolgt mit einem Pneumatik-Kolbenantrieb, der Schließvorgang wird über außen am Antrieb angebrachte Schließfedern vollzogen. Für die Nennweiten DN 400 und DN 600 liegen Bauteilprüfungen bzw. DIN-DVGW-Nr. vor, die übrigen Nennweiten können durch TÜV-Einzelabnahme geprüft werden.

Diese ausgereifte Konstruktion ist das Produkt jahrelanger Betriebserfahrung sowie der engen Zusammenarbeit mit Kunden und Betreibern. Aus diesen Gründen werden Lenkhebelklappen in nahezu allen Kernkraftwerken als Containmentabsperriklappen eingesetzt.

#### Sicherheits-Absperrereinrichtungen mit elektrohydraulischem Stellantrieb

Eine alternative Ansteuerung zu den elektro-pneumatischen Ansteuerungen ist die elektro-hydraulische Ansteuerung. Bei diesem Antriebssystem ist das Schnellschlußventil bzw. die Schnellschlußklappe mit einem Hydraulik-Kolbenzylinder und einem Hydraulik-Aggregat ausgerüstet (Bild 8). Die zur Betätigung benötigte Hilfsenergie ist Hydrauliköl, das sich im Gehäuse des Hydraulik-Aggregates, das gleichzeitig als Öltank dient untergebracht ist.

Das angebaute Hydraulik - Aggregat besteht aus folgenden Bauteilen:

- Gehäuse gleichzeitig als Öltank mit Öleinfüllstutzen
- eingebauter hydraulischer Pumpe
- angebautes Druckhalteventil, Stellgeschwindigkeitsdrossel und elektrischem Magnetventil für die Zylindersteuerung
- elektrischen Steuerkasten mit Klemmenleiste für die Versorgungs- und Steuerspannung
- Rückstellfeder in geschlossenem Federgehäuse montiert

Der Einsatz einer solchen Stelleinheit eignet sich am besten dort, wo es schwierig ist, eine Druckluftversorgung zu installieren.

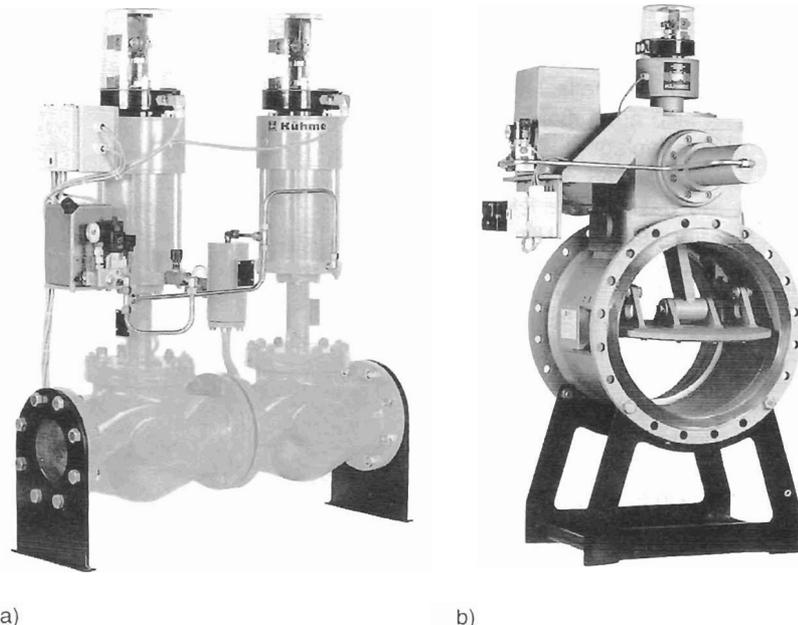


Bild 8: Schnellschlußventil (a) und Schnellschlußklappe (b) jeweils mit elektrohydraulischer Ansteuerung

Das eigentliche Schnellschlußventil bzw. die Schnellschlußklappe entspricht in seiner weiteren Ausführung wie Dichtsystem, Stellkräfte und Werkstoffen den bauteilgeprüften Sicherheits-Absperreinrichtungen, so daß Funktion und Zuverlässigkeit gewährleistet sind.

### **Schlußbetrachtung**

Der vorstehende Bericht zeigt einen Teil des Lieferprogrammes des Unternehmens im Bereich der Sicherheits-Absperreinrichtungen, die sich seit 1967, nicht nur an Feuerungen für Dampfkesselanlagen bewährt haben,

sondern auch in anderen Industriebereichen, wo Sicherheit, Lebensdauer, Qualität und Kundenservice im Vordergrund stehen. Natürlich gehört auch die Wartung und Revision von diesen Armaturen dazu, um die ständige Verfügbarkeit bzw. die Werterhaltung zu gewährleisten.